

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-052894

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int.Cl.

H05H 1/46
 C23C 14/40
 C23C 16/509
 H01L 21/205
 H01L 21/3065

(21)Application number : 11-221138

(71)Applicant : ULVAC JAPAN LTD

(22)Date of filing : 04.08.1999

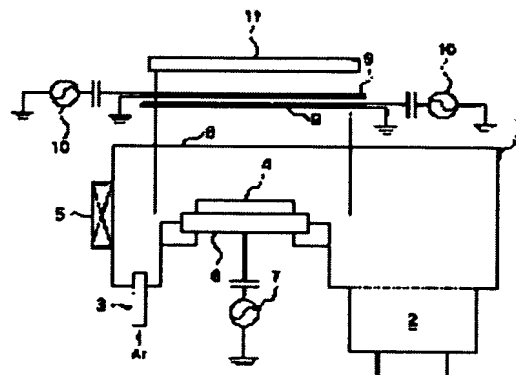
(72)Inventor : TAGUCHI YOJI
 KONDO TOMOYASU

(54) INDUCTIVELY COUPLED HIGH FREQUENCY PLASMA SOURCE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the evenness of substrate treatment by arranging plural one-turn antenna coils connected to a high frequency power source at one end thereof and connected to the ground potential at the other end thereof with a space in the vertical axis direction of the chamber so that each corresponding one end thereof is displaced along the circumferential sidewall of the chamber with an equal space.

SOLUTION: Two one-turn antenna coils 9 are arranged in the periphery of a sidewall of a plasma generating chamber 8 made of a material, which transmits the electromagnetic wave, such as quartz. Each antenna coil 9 is connected to a high frequency power source 10 at 13.56 MHz at one end thereof, and grounded at the other end thereof. In these two antenna coils 9, high frequency power lead-in ends thereof are displaced from each other with an equal space at 180 degree, and arranged with a space in the vertical direction. With this arrangement, an electric field in the radial direction formed between the plasma and the antenna coils can be eliminated while maintaining the high frequency power source at 13.56 MHz, and evenness of wafer treatment is improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 04.11.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-52894

(P2001-52894A)

(43) 公開日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 5 H 1/46		H 0 5 H 1/46	L 4 K 0 2 9
C 2 3 C 14/40		C 2 3 C 14/40	4 K 0 3 0
	16/509		5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	5 F 0 4 5
	21/3065		B
		21/302	
		審査請求 有	請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-221138

(22) 出願日 平成11年8月4日 (1999.8.4)

(71) 出願人 000231464

日本真空技術株式会社

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地

(72) 発明者 田口 洋治

静岡県裾野市須山1220-14 日本真空技術

株式会社富士裾野工場内

(72) 発明者 近藤 智保

静岡県裾野市須山1220-14 日本真空技術

株式会社富士裾野工場内

(74) 代理人 100066452

弁理士 八木田 茂 (外3名)

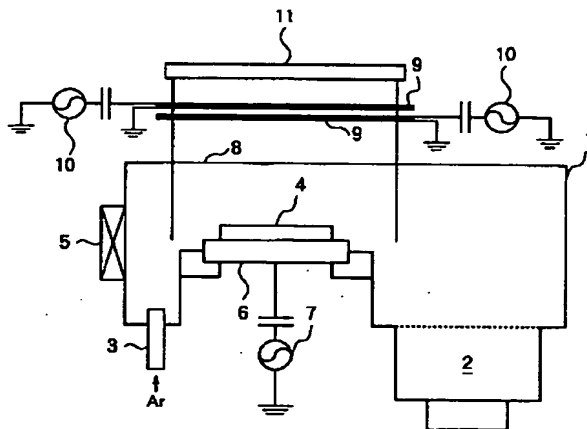
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘導結合高周波プラズマ源

(57) 【要約】

【課題】 プラズマとアンテナコイルの間にできる半径方向の電場を打ち消し合うようにして、基板の処理における不均一性を改善できる誘導結合高周波プラズマ源を提供する。

【解決手段】 本発明による誘導結合高周波プラズマ源は、プラズマ生成室の周囲側壁に沿って、各ター端を高周波電源に接続し、他端をアース電位に接続した複数の1ターンのアンテナコイルをプラズマ生成室の縦軸線方向に間隔をもってしかもそれぞれの1ターンのアンテナコイルの一端を相互に周囲方向に相互に等角度変位して配置したことを特徴としている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】誘導結合を用いて高周波プラズマを発生させる誘導結合高周波プラズマ源において、プラズマ生成室の周囲側壁に沿って、各々一端を高周波電源に接続し、他端をアース電位に接続した複数の 1 ターンのアンテナコイルをプラズマ生成室の縦軸線方向に間隔をもつてしかもそれぞれの 1 ターンのアンテナコイルの一端を相互に周囲方向に相互に等角度変位して配置したことを特徴とする誘導結合高周波プラズマ源。

【請求項 2】プラズマ生成室の周囲側壁が電磁波透過性の材料で構成され、各 1 ターンのアンテナコイルがプラズマ生成室の周囲側壁の外側に沿って配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の誘導結合高周波プラズマ源。

【請求項 3】各 1 ターンのアンテナコイルがプラズマ生成室の周囲側壁の内側に沿って配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の誘導結合高周波プラズマ源。

【請求項 4】各 1 ターンのアンテナコイルの数が二つであり、これら二つの 1 ターンのアンテナコイルの高周波電源に接続した一端がプラズマ生成室の周囲側壁の周囲方向に相互に 180° 変位して配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の誘導結合高周波プラズマ源。

【請求項 5】各 1 ターンのアンテナコイルの数が三つであり、これら三つの 1 ターンのアンテナコイルの高周波電源に接続した一端がプラズマ生成室の周囲側壁の周囲方向に相互に 120° ずつ変位して配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の誘導結合高周波プラズマ源。

【請求項 6】各 1 ターンのアンテナコイルの数が四つであり、これらの 1 ターンのアンテナコイルの高周波電源に接続した一端がプラズマ生成室の周囲側壁の周囲方向に相互に 90° ずつ変位して配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の誘導結合高周波プラズマ源。

【請求項 7】各 1 ターンのアンテナコイルの一端に接続される高周波電源が、全アンテナコイルに共通に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の誘導結合高周波プラズマ源。

【請求項 8】各 1 ターンのアンテナコイルの一端に接続される高周波電源が、アンテナコイル毎に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の誘導結合高周波プラズマ源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体、電子材料に使用するシリコン、ガリウム、石英、ガラス等から作成された基板の表面に、スパッタリング、CVD等の方法により膜を形成する場合、または基板をエッチングする場合、あるいは基板表面に生じた自然酸化膜または基板上の不要物を除去する場合に使用され得る誘導結合高周波プラズマ源に関するものである。

【0002】

【従来の技術】この種の従来装置の一例を添付図面の図 6 に示し、真空容器 A の上部に連続してプラズマ生成室 B が一体的に設けられ、このプラズマ生成室 B の周囲側壁を石英等の電磁波の透過する材料で構成され、その外周に図 7 に示すような金属製のパイプ、板から成る 1 ターンのアンテナコイル C が配置されている。アンテナコイル C の一端には高周波電源 D が接続され、他端は接地されて、アンテナコイル C に高周波電力が供給できるようになっている。プラズマ生成室 B の上端には天板 E が設けられている。

【0003】真空容器 A には真空ポンプ F 及びガス導入機構 G が取り付けられており、真空容器 A 内の圧力を任意の値に設定できるようになっている。また、真空容器 A には、被処理物であるウエハなどの基板 H を出し入れることができる搬入搬出部 I が設けられている。真空容器 A 内にはウエハ H を装着するウエハホルダ J が、プラズマ生成室 B の上端の天板 E に対向して設置されており、必要に応じて、高周波電源 K からウエハ H に高周波電力を印加することができるように構成されている。また図 6 の装置において、ウエハホルダ J と対向するプラズマ生成室 B の上端の天板 E にスパッタ成膜用ターゲットを取り付けることもでき、直流あるいは高周波電力を供給できるように電源 L に接続することもできる。

【0004】また、従来技術の別の例としては、図 7 の 1 ターンのアンテナコイルの代わりに図 8 に示す複数ターンのアンテナコイルを設けたものも知られている。さらに、図 6 に示すような装置においてアンテナコイルをプラズマ生成室の内部に配列した構造のものも公知である。

【0005】このように構成した従来装置の動作において、ウエハホルダ J 上にウエハなどの基板 H を仕込み、ガス導入機構 G から真空容器 A 内にガスを導入し、所定の圧力にする。次にアンテナコイル C に高周波電源 D から高周波電力が印加され、プラズマ生成室 B 内に円周方向に高周波電場が誘導結合によって誘起され、プラズマが発生される。この状態で、ウエハホルダ J に高周波バイアス電力を印加すると、発生したプラズマ中の陽イオンはバイアス電圧によりウエハ方向に加速され、ウエハに衝突し、ウエハの表面をエッチングするなどの処理が行われる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】1 ターンアンテナコイルを使用する構造では、13.56MHz で整合を取ることが可能で、構造も簡単だが、図 9 に示すようにプラズマとアンテナコイルの間で、容量性結合ができる。この容量性結合によってプラズマをアンテナコイル方向、つまり容器壁に向かって加速する電場が生ずる。この電圧はアンテナコイルの高周波導入部が最も強く、他端の接地されている付近ではほとんどゼロとなる。このために、高周波導入部付近のプラズマがより多く容器の側壁方向に運

動し、内部のプラズマ密度に不均衡が生じる。その結果、ウエハの面内の処理の均一性が損なわれることになる。

【0007】一方、複数ターンのアンテナコイルを使用する構造では、構造が複雑になると共にアンテナコイルのリアクタンスが大きくなるために、工業用周波数である13.56MHzで整合を取ることが困難になる。このために周波数を下げる必要があり、電波法上別途許可を得る必要があり、経済的でなく、手間がかかる。なお、アンテナコイルとプラズマの間の容量性結合は複数ターンのアンテナコイルでも発生するが、多数ターンのために容量性結合が強く働く高周波導入部付近のみ容器から離して設置する、あるいは影響が出難い場所にするなどの改善策が簡単に取れる。

【0008】本発明は、上記のような従来技術に伴う問題を解決して、プラズマとアンテナコイルの間にできる半径方向の電場を打ち消し合うようにして、基板の処理における不均一性を改善できる誘導結合高周波プラズマ源を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、誘導結合を用いて高周波プラズマを発生させる本発明の誘導結合高周波プラズマ源は、プラズマ生成室の周囲側壁に沿って、各々一端を高周波電源に接続し、他端をアース電位に接続した複数の1ターンのアンテナコイルをプラズマ生成室の縦軸線方向に間隔をもってしかもそれぞれの1ターンのアンテナコイルの一端を相互に周囲方向に相互に等角度変位して配置したことを特徴としている。

【0010】本発明においては、各1ターンのアンテナコイルはプラズマ生成室の周囲側壁の外側または内側に沿って配置される。各1ターンのアンテナコイルがプラズマ生成室の周囲側壁の外側に沿って配置される場合には、プラズマ生成室の周囲側壁は電磁波透過性の材料で構成される。

【0011】各1ターンのアンテナコイルの数が二つの場合には、これら二つの1ターンのアンテナコイルの高周波電源に接続した一端はプラズマ生成室の周囲側壁の周囲方向に相互に180°変位して配置され、また三つの場合には、1ターンのアンテナコイルの高周波電源に接続した一端はプラズマ生成室の周囲側壁の周囲方向に相互に120°ずつ変位して配置され、さらに四つの場合には、これらの1ターンのアンテナコイルの高周波電源に接続した一端はプラズマ生成室の周囲側壁の周囲方向に相互に90°ずつ変位して配置される。

【0012】各1ターンのアンテナコイルの一端に接続される高周波電源は、全アンテナコイルに共通にまたはアンテナコイル毎に設けられ得る。

【0013】このように構成した本発明の誘導結合高周波プラズマ源では、プラズマに作用する、アンテナコイル

とプラズマとの間の半径方向の電場が装置中心に対し平均になり、容器内のプラズマ密度が均一化され、ウエハ処理を行う際の面内均一性を向上させることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下添付図面の図1～図3を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1には、本発明の誘導結合高周波プラズマ源を利用したプラズマ処理装置を示す。1はプラズマ処理装置の真空容器で、この真空容器1には真空ポンプ2及びガス導入機構3が取り付けられており、真空容器1内の圧力を任意の値に設定できるようになっている。また、真空容器1には、被処理物であるウエハなどの基板4を出し入れすることができる搬入搬出部5が設けられている。さらに、真空容器1内にはウエハ4を装着するウエハホルダ6が設けられている。このウエハホルダ6は高周波電源7に接続されている。

【0015】真空容器1の上部には本発明の誘導結合高周波プラズマ源を構成するプラズマ生成室8が一体的に設けられ、このプラズマ生成室8の周囲側壁は石英等の電磁波の透過する材料で構成され、その外周には、プラズマ生成室8内にプラズマを発生させるために各々金属製のパイプや板から成る二つの1ターンのアンテナコイル9が配置されている。各アンテナコイル9の一端は13.56MHzの高周波電源10が接続され、高周波電力の導入端子を形成し、他端は接地されている。

【0016】これら二つのアンテナコイル9は、図2に示すように、それらの高周波電力の導入端を180°変位させてすなわち両アンテナコイル9の高周波電力の導入端が直径上対向した位置にくるようにして、上下方向に離間して配置される。このように相互に配置することによって、高周波電源9の周波数は13.56MHzのままで、図3に示すように、プラズマとアンテナコイルの間にできる半径方向の電場を打ち消し合わせることができ、それによりウエハの処理の際の不均一性を改善することができるようになる。

【0017】プラズマ生成室8の上端には天板11が配置されている。この天板11にはプラズマ処理の応用に応じて例えばスパッタ成膜用ターゲットを取り付けることもでき、その場合には直流あるいは高周波電力を供給できるように構成され得る。

【0018】このように構成した図示装置と図7に示す従来装置とを用いてウエハのエッチング処理の比較実験を行った。まず、図7の従来装置では熱酸化膜付きウエハをウエハホルダ上に置き、Arガスを10sccm導入し、圧力が0.1Paとなったところで、高周波電力950Wをアンテナコイルに印加し、ウエハホルダには高周波電力950Wを印加した。熱酸化膜の厚さを処理前後で測定し、その差をとって、エッチング深さとして評価を行った。その結果、図4に示すようにエッチングの深さの面内分布に

10

20

30

40

50

は偏りが生じていることが分かる。一方、図1に示す本発明の誘導結合高周波プラズマ源を利用した装置で同じ実験を行った。なおこの場合二つのアンテナコイルに対する高周波電源は1台とし、出力を分岐させた。出力は前述の実験と同じ950W、その他のパラメータも同じ値である。この結果、図5に示すように偏りが改善されていることがわかる。

【0019】ところで図示実施の形態では、二つの1ターンのアンテナコイルが用いられているが、当然二つ以上の1ターンのアンテナコイルを設けることができ、その場合、それぞれのアンテナコイルは、それらの高周波電力導入端が相互に等角度間隔に位置するように配列される。例えば三つの1ターンのアンテナコイルの場合には相互に120°ずつ変位して配置され、さらに四つの場合には、1ターンのアンテナコイルの高周波電源に接続した一端はプラズマ生成室の周囲側壁の周囲方向に相互に90°ずつ変位して配置される。またそれぞれのアンテナコイルはそれぞれ独立した高周波電源に接続されてもまたは共通の高周波電源に接続されてもよい。

【0020】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明による、誘導結合を用いて高周波プラズマを発生させる誘導結合高周波プラズマ源は、プラズマ生成室の周囲側壁に沿って、各々一端を高周波電源に接続し、他端をアース電位に接続した複数の1ターンのアンテナコイルをプラズマ生成室の縦軸線方向に間隔をもってしかもそれぞれの1ターンのアンテナコイルの一端を相互に周囲方向に相互に等角度変位して配置したことにより、それぞれのアンテナコイルにより発生する半径方向の電場を均一化し、ウェハ処理の均一性を改善することができるようになる。また、本発明による誘導結合高周波プラズマ源は、アンテナコイルを一台の高周波電源で駆動するように構成した場合には、コイルが並列接続となるので、1ターンのアンテナコイルの場合の半分のリアクトルになり、コイルで消費する電力が低減でき、このためプラズ*

*マに与えられるエネルギーが増加するので、容器内のプラズマ密度が上がることにより、プラズマ処理速度例えばエッチング速度が増加するという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による誘導結合高周波プラズマ源を利用したプラズマ処理装置を示す概略線図。

【図2】図1における誘導結合高周波プラズマ源における二つの1ターンアンテナコイルの相対配置を示す図。

【図3】図1における誘導結合高周波プラズマ源における二つの1ターンアンテナコイルで発生される内部の電場の説明図

【図4】従来の1ターンアンテナコイルを備えた誘導結合高周波プラズマ源を利用したエッチング処理の測定例を示す図。

【図5】図1に示す本発明による誘導結合高周波プラズマ源を利用したエッチング処理の測定例を示す図。

【図6】従来の1ターンアンテナコイルを備えた誘導結合高周波プラズマ源を利用したプラズマ処理装置を示す概略線図。

【図7】図6に示す1ターンアンテナコイルを示す図。

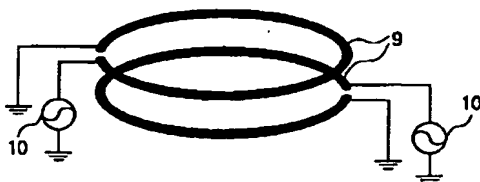
【図8】従来の多数ターンアンテナコイルを示す図。

【図9】従来の1ターンアンテナコイルで発生される内部電場を示す図。

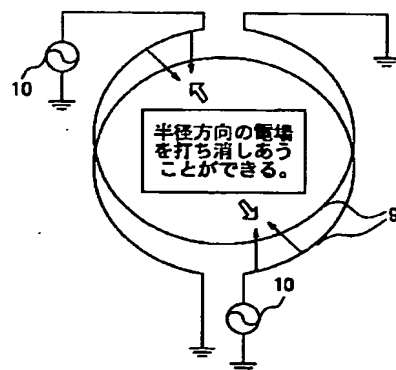
【符号の説明】

- 1：プラズマ処理装置の真空容器
- 2：真空ポンプ
- 3：ガス導入機構
- 4：基板
- 5：基板の搬入搬出部
- 6：ウェハホルダ
- 7：高周波電源
- 8：プラズマ生成室
- 9：1ターンのアンテナコイル
- 10：高周波電源
- 11：天板

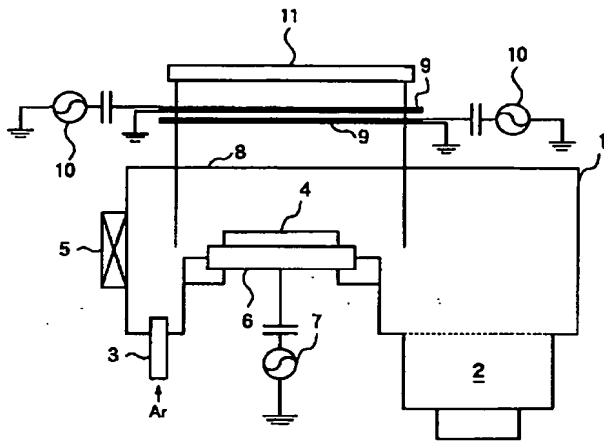
【図2】



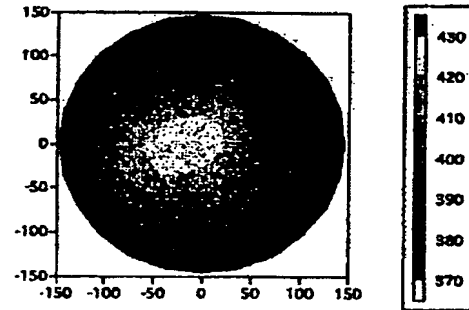
【図3】



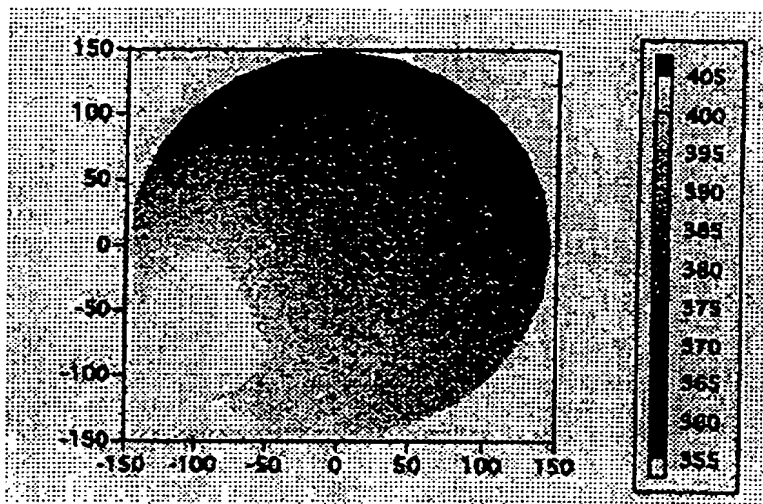
【図1】



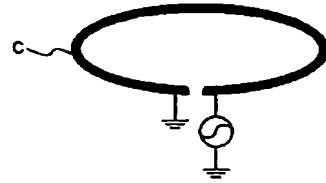
【図5】



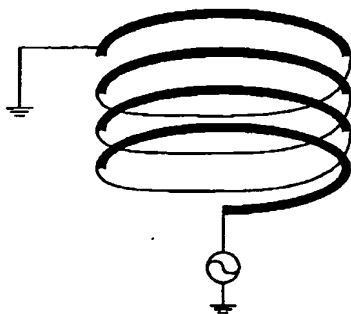
【図4】



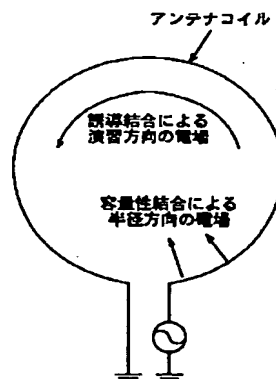
【図7】



【図8】



【図9】



[illegible]

F ターム(参考) 4K029 DC28 DC35
4K030 CA04 CA06 FA04 KA46
5F004 AA01 BA20 BB13 BB29 BD01
BD04 BD05 DB03
5F045 AA09 AA19 DP02 EC05 EH02
EH11